

Minna Keränen, Oskari Leskelä, Jori Sirkka

**VERKKO-OPPIMATERIAALI SYDÄMEN SÄHKÖISEN TOIMIN-
NAN VAIKUTUKSESTA EKG:HEN OAMK:N ENSIHOIDON
OPETTAJILLE JA OPISKELIJOILLE**

**VERKKO-OPPIMATERIAALI SYDÄMEN SÄHKÖISEN TOIMIN-
NAN VAIKUTUKSESTA EKG:HEN OAMK:N ENSIHOIDON
OPETTAJILLE JA OPISKELIJOILLE**

Minna Keränen, Oskari Leskelä,
Sirkka Jori
Opinnäytetyö
Syksy 2017
Ensihoidon tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveystieteiden koulutusohjelma, Ensihoidon tutkinto-ohjelma

Tekijät: Minna Keränen, Oskari Leskelä & Jori Sirkka

Opinnäytetyön nimi: Verkko-oppimateriaali sydämen sähköisen toiminnan vaikutuksesta ekg:hen OAMK:n ensihoidon opettajille ja opiskelijoille

Työn ohjaaja: Petri Roivainen & Heidi Vierimaa

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Syksy 2017 Sivumäärä: 41

Ensihoitaja AMK:n osaamisvaatimuksena on osata tunnistaa erilaiset rytmihäiriöt ja hallita 14-kanavaisen EKG:n tulkinta. EKG on tärkeä työkalu potilaan tilan arvioinnissa ja siten sen oikeaoppinen tulkinta on tärkeää.

EKG:n tulkintaa luennoidaan OAMK:ssa monella eri opintojaksolla. Lisäksi EKG:n opiskelusta osa suoritetaan itsenäisenä opiskeluna.

Opinnäytetyömme on tuotekehitysprojekti, jossa tuotettiin verkko-oppimateriaalia EKG:n perusteista. Verkko-oppimateriaali koostuu teoriapaketista ja siihen liittyvistä kysymyksistä. Teoriat pohjautuvat luotettaviin ja ajankohtaisiin lähteisiin. Tietopaketin sisältö on koottu matematiikkaa ja fysiikkaa apuna käyttäen ja se on esitetty kuvin ja tekstein erilaiset oppimistavat huomioiden.

Oppimateriaalin tavoitteena on tukea ensihoitajaopiskelijoiden EKG-tulkinnan oppimista ja auttaa hahmottamaan sydänsähkökäyrän yhteys sydämen sähköisiin toimintoihin. Tavoitteena on lisätä ensihoitajaopiskelijoiden varmuutta EKG:n tulkintaan.

Tuote on tehty Oulun Ammattikorkeakoulun opiskelijoille perustason ja hoitotason ensihoidon teoriaopintojen tueksi. OAMK voi hyödyntää materiaalia itsenäisen opiskelun materiaalina tai osana opintojaksoa. Tuotteen tilaajalla on oikeus tehdä muutoksia ja päivityksiä sisältöön.

Asiasanat: EKG, EKG-tulkinta, Ensihoito, Itseopiskelu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme, option

Authors: Minna Keränen, Oskari Leskelä & Jori Sirkka

Title of thesis: Online study material for the paramedic teachers and students of Oulu university of applied sciences on the impact of the hearts electrical activities on the ECG

Supervisors: Petri Roivainen & Heidi Vierimaa

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2017

Number of pages: 41

One of the main goals in the Degree Programme in Emergency Nursing is to understand 14-lead ECG, and also to be able to recognize different kind of cardiac arrhythmias. The 14-lead ECG is an important tool used in the assessment of the patient's current status, and therefore its accurate interpretation is of utmost importance.

The interpretation of ECG is taught in Oulu University of Applied Sciences on various different courses. In addition a small portion of the studying is completed in self-studying.

Our thesis is a research and development project, which produced an electronic-learning material about the basics of the ECG. The electronic-learning material consists of a theory package and some questions related to the information provided. The theories provided are based on reliable and current sources. The information on the theory package is assembled with the aid of mathematics and physics, and it is presented in images and texts, and by taking various styles of learning into account.

The main purpose of our product is to support the paramedic students in the learning of the interpretation of the ECG, and also to aid them to associate the proper connections of ECG and the functions of the heart. Our goal is to help the students understand, why the form of the ECG changes as electrical activities manifest in the heart. The aim is to increase the security of paramedic students ECG interpretation.

This product is made to support the OUAS students of Emergency Nursing in their studies, and to provide additional information on top of the courses provided by the university. OUAS can make use of the material for independent studies or as a material for a course. The subscriber of the product shall have the right to make changes and updates to their content.

Keywords: ECG, ECG-interpretation, Emergency Nursing, Independent studies

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
1.1	Projektin tausta	8
1.2	Projektin tavoitteet	8
2	PROJEKTIN SUUNNITTELU	11
2.1	Projektiorganisaatio	11
2.2	Projektin vaiheiden ja aikataulun suunnittelu	12
3	TIETOPERUSTA	15
3.1	Sydämen sähköinen toiminta	15
3.1.1	Aktiopotentiaali	16
3.2	Sydämen toiminnan säätely	17
3.3	Vektorit ja vektorilaskenta	18
3.3.1	Vektorilaskenta	18
3.3.2	Sydämen summavektorit	19
3.4	Häiriöt sydämen sähköisessä toiminnassa	20
3.4.1	Kiertoaktivaatio	24
3.4.2	Lisälyönnit	24
3.4.3	Kammioden sisäiset johtumishäiriöt	25
3.4.4	Hypertrofia	26
3.4.5	Hapenpuute	27
3.4.6	Suolatasapainon häiriöt	28
3.4.7	Sydämen sähköinen akseli	29
4	VERKKO-OPPIMATERIAALI	31
5	PROJEKTIN TOTEUTUS	33
5.1	Aiheen ideointi	33
5.2	Aiheeseen perehtyminen	33
5.3	Suunnittelu	34
5.4	Tuotteen kehittäminen ja viimeistely	34
6	ARVIOINTI	35
6.1	Tuotteen arviointi	35
6.2	Tavoitteiden saavuttamisen arviointi	36

6.3	Prosessin arviointi	36
7	POHDINTA	37
	LÄHTEET	39

1 JOHDANTO

1.1 Projektin tausta

Teimme opinnäytetyönä Oulun ammattikorkeakoululle verkko-opiskelumateriaalia ensihoitajaopiskelijoiden käyttöön. Tekemämme tuote sisältää verkko-oppimateriaalia EKG:n perusteista sähköopin näkökulmasta, sydämen sähköisen toiminnan fysiologiaa sekä patofysiologiaa. Idea opinnäytetyölle syntyi opintojen aikana. Ensihoitaja AMK:n oppimistavoitteena on tunnistaa erilaisia rytmihäiriöt ja hallita 14-kanavaista EKG:n tulkinta (Juntunen, M. ym. 2015. Viitattu 23.9.2015). Koulun luennoilla käsiteltiin EKG:n tulkintaa. Koimme, että ensihoitajaopiskelijat tarvitsevat lisää yhteen lähteeseen koottua materiaalia aiheesta.

Opinnäytetyön aiheena EKG on ollut suosittu eri koulutusohjelmissa. Opinnäytetyöt on tehty pääasiassa EKG:n ottamisen osaamisessa (mm. elektrodien sijoittaminen) ja auttaamaan EKG:n tulkinnan opettelemisessa. Meidän työssämme näkökulmana ei ollut tekninen ottaminen ja ulkoisten tekijöiden, kuten ihon kosteuden, vaikutus EKG:n rekisteröinnin laatuun, vaan ymmärtää, miksi EKG:n ulkoasu muuttuu sydämen toiminnan muuttessa. Koimme, että ymmärtäminen lisää varmuutta EKG:n tulkintaan, mikä edesauttaa oikeaan työdiagnoosiin pääsemistä ja siten esimerkiksi turvallista lääkehoitoa.

Opinnäytetyö on tarkoitettu ensihoidon opettajien opetusvälineeksi. Välittömiä hyödynsääjia on ensihoitajaopiskelijoiden lisäksi siten ensihoidon opettajat, ja opinnäytetyö on tarkoitettu välittömille hyödynsääjillä. Lopullisia hyödynsääjia ovat käytännössä kaikki potilaat, joilta rekisteröidään sydämen sähköistä toimintaa, mutta erityisesti ne potilaat, joilla on rytmihäiriöitä tai muita sydämen sähköisen toiminnan häiriötiloja.

1.2 Projektin tavoitteet

Laadimme projektille realistiset tavoitteet sen pohjalta, mitä itse haluamme oppia opinnäytetyötä tehdessä ja minkälaisia odotuksia meillä itsellämme olisi, jos meillä olisi käytössämme vastaava tuote. Tavoitteenamme on tehdä mahdollisimman monipuolinen

tuote, mikä tukee eri tavalla oppivien opiskelijoiden oppimista verkko-oppimismateriaalista, käyttämällä useaa eri opetusmetodeita rinnakkain.

Tulostavoitteenamme on tuottaa selkeä, monipuolinen ja toimiva kokonaisuus. Tuote pohjautuu ensihoitaja AMK:n oppimistavoitteisiin ja tukee opiskelijaa tavoitteiden saavuttamisessa. Oppimismateriaalin lisäksi laadimme verkkotestin, jolla opiskelija voi testata oppimistaan.

Toiminnallisena tavoitteena opinnäytetyöllä on lisätä ensihoitajaopiskelijoiden EKG-ymmärrystä sekä ensihoitaja AMK:n varmuutta hoitotapahtumissa. Opinnäytetyön tarkoitus on auttaa ymmärtämään sydämen normaalia ja epänormaalia sähköistä toimintaa sekä EKG:n perusteita matematiikan ja fysiikan avulla. Taulukkoon 1 olemme koonneet tarkemmin lyhyen ja pitkän aikavälin tavoitteita.

Ensisijainen oppimistavoittemme on oman ymmärryksen lisääminen opinnäytetyön sisältämistä teoriaosuuksista. Toissijaisena tavoitteenamme on projektin tekemisen oppiminen eri projektin vaiheineen.

Laatutavoitteenamme on tehdä tuote, josta hyötyy mahdollisimman moni opiskelija ja opettaja. Opiskelijat ajattelevat keskenään eri tavalla ja tavoitteenamme onkin tehdä monipuolinen, looginen ja perusteltu tuote, josta asiat on helppo omaksua. Taulukossa 2 on eritelty tarkemmin tuotteelle asettamamme laatutavoitteet.

TAULUKKO 1. Tuotteemme pitkän ja lyhyen aikavälin tavoitteet

Lyhyen aikavälin kehitystavoite	Pitkän aikavälin kehitystavoite
OAMK:n ensihoitajaopiskelijat oppivat hyödyntämään tuotetta opintojensa aikana.	OAMK:n ensihoitajaopiskelijat ymmärtävät EKG:n mahdollisuudet ja rajoitteet potilaan tutkimisessa.
Opiskelijat saavat tietoa omasta osaamisesta testin avulla.	OAMK:sta valmistunut ensihoitaja ymmärtää EKG-löydösten vaikutukset potilaan tilaan.

Opettajat saavat apuvälineen opettamisen tueksi ja opiskelijoiden osaamisen kar- toittamiseksi.	Opiskelijoiden tyytyväisyys saatavilla olevaan itseopiskelumateriaaliin paranee.
--	---

TAULUKKO 2. Laatutavoitteet tuotteelle

Laatutavoite	Kriteerit tavoitteeseen pääsemiseksi
Tuote suunnattu ensihoitajalle AMK:lle	Tuote tukee ensihoitaja AMK:n EKG- osaamista oppimistavoitteisiin pääse- miseksi.
Sisällön ymmärrettävyys ja helppolukui- suus	Sisältö on yksiselitteistä, kieliopillisesti oikeinkirjoitettua ja selkeää.
Tuotteen helppokäyttöisyys	Tuote on yksi iso, yksinkertainen ja sel- keä kokonaisuus, mikä on jaettu pienem- piin osiin helpottamaan tuotteen käyttöä.
Luotettavuus	Tuotteen sisältö pohjautuu luotettaviin lähteisiin.
Hyödyllisyys	Käyttäjä kokee oppineensa uutta tuotteen avulla. Käyttäjä kokee testin olevan yksiselittei- nen, selkeä ja perustuva keskeisiin ja merkityksellisiin asioihin.

2 PROJEKTIN SUUNNITTELU

2.1 Projektioorganisaatio

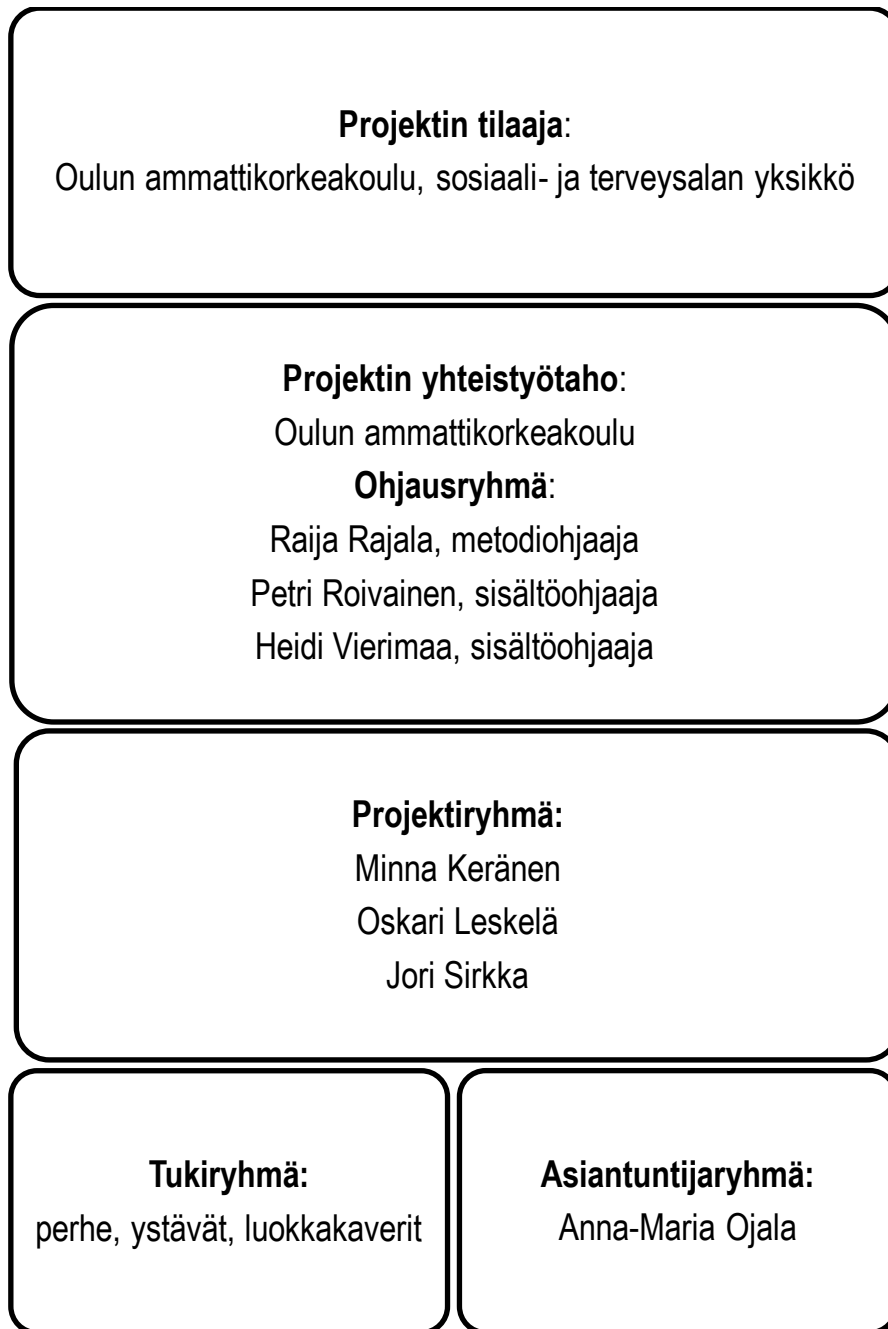
Jokaisella projektilla on oma projektioorganisaatio. Projekti on yhteistyön tuottama hedelmä, johon onnistunut tiimityöskentely tuo selkeästi lisäarvoa. Työnjako tiimin sisällä parantaa työn tuottavuutta ja parantaa tulosten laatua. (Rissanen 2002. 14, 78-80).

Projektioorganisaatioomme kuului projektin yhteistyötaho ja tilaaja, joka toimii projektin asettajana, ohjausryhmä, projektiryhmä, tukiryhmä sekä asiantuntijaryhmä (Kuvio 1). Projektin tilaajana toimi Oulun ammattikorkeakoulu, sosiaali- ja terveystieteiden yksikkö, jota edusti ensihoidon lehtori Petri Roivainen. Projektin asettaja osallistui tavoitteiden määrittelyyn ja yhteistyösopimuksen allekirjoitukseen. Lisäksi saimme ohjausta ja kirjallista palautetta.

Ohjausryhmä koostui menetelmäohjaajasta ja sisällönohjaajasta. Menetelmäohjaajana toimi lehtori Raija Rajala, joka auttoi meitä yleisissä opinnäytetyötä koskevissa asioissa. Sisällönohjauksesta vastasi Petri Roivainen ja lehtori Heidi Vierimaa. Sisällönohjaajien tehtävä oli ilmaista, minkälaisen tuotteen koulu haluaa ja auttaa meitä saavuttamaan tavoite.

Projektiryhmään sisältyi opinnäytetyötä tekevät opiskelijat Minna Keränen, Oskari Leskelä ja Jori Sirkka. Toimimme kaikki yhdessä projektipäällikköinä ja –sihteereinä. Kannoinme jokainen vastuun projektin suunnittelusta, etenemisestä ja yhteydenpidosta eri tahoihin.

Asiantuntijaryhmään kuuluu Petri Roivainen, Heidi Vierimaa ja Raija Rajala. Anna-Maria Ojala ohjeisti ja auttoi tuotteen suunnittelussa sekä alustalle viemisessä. Tukiryhmä koostui opponenteista, luokkakavereista ja tuotetta testanneesta ryhmästä (ENS15SN?). Heiltä saimme tukea projektin eri vaiheissa sekä vertaisarviota ja palautetta, minkä pohjalta kehitimme tuotetta opiskelijoiden toiveita vastaavaksi.



KUVIO 1. *Projektioorganisaatiokaavio*

2.2 Projektin vaiheiden ja aikataulun suunnittelu

Lähdimme suunnittelemaan projektiamme jakamalla kokonaisuus eri vaiheisiin, joita oli ideointi, aiheeseen perehtyminen, suunnittelu, sisällön tuottaminen, toteutus ja lopetus (Taulukko 3). Ideointivaihe oli helppo ja nopea, sillä olimme yhtä mieltä projektiryhmän kanssa, minkälaisen työn haluamme tehdä ja mistä sisältö koostui.

Aiheen valinnan jälkeen perehdyimme itsenäisesti aiheeseen kukin itselleen sopivimmalla tavalla. Käytimme monipuolisesti, mutta kriittisesti, niin erilaisia tekstejä kuin videomateriaaliakin. Aiheeseen perehtyessä kartoitimme eri lähteiden luotettavuutta ja soveltuvuutta lähdemateriaaliksi tulevaan teoriapakettiin.

Tämän jälkeen laadimme projektisuunnitelman, mikä piti sisällään riskien ja budjetin kartoitusta sekä organisaatiokaavion ja aikataulun laadinnan. Määrittelimme työemme tavoitteet ja allekirjoitimme yhteistyösopimuksen toimeksiantajan kanssa.

Teoriapaketin tekeminen oli pitkäaikaisin vaihe projektissa, niin kuin olimme odottaneetkin. Ensisijainen tavoitteemme oli oppia uutta teoriapaketin aihealueista, joten panostimme sen tekemiseen. Teoriatiedon kokoamisessa meitä auttoivat sisällönohjaajat. Teoriapaketin valmistuttua pääsimme perehtymään, miten hyvää opetusmateriaalia tuotetaan. Kun yhdistimme laadukkaan teoriapaketin ja tietotaitomme opetusmateriaalin laatimisesta, saimme aikaan ensimmäisen valmiin tuotteen.

Lopetusvaiheessa valmis tuote annettiin opiskelijoiden testattavaksi ja arvioitavaksi ja saamamme palautteen pohjalta laadimme lopullisen tuotteen. Lisäksi kirjoitimme loppuraportin ja esittelimme valmiin tuotteen.

TAULUKKO 3. Projektin vaiheet

Päävaihe	Sisältö	Aikataulu
Ideointi	Aiheen näkökulman valinta, sisällön hahmottelu.	Syksy 2015
Aiheeseen perehtyminen	Perehdyimme kirjallisuuden pohjalta valitsemaamme aiheeseen itsenäisesti ennen varsinaisen teoriapaketin tekemistä.	Syksy 2015
Suunnittelu	Projektisuunnitelman laatiminen.	Syksy 2015

Sisällön tuottaminen	Teoriapaketin tekeminen.	Kevät & syksy 2016
Toteutus	Teoriapaketin pohjalta laaditun tuotteen valmistus.	Kevät 2017
Testaus ja viimeistely	Tuotteen testaaminen ja viimeistely saadun palautteen perusteella.	Syksy 2017
Lopetus	Loppuraportin kirjoittaminen ja valmiin tuotteen esittely.	Syksy 2017

3 TIETOPERUSTA

Tuottamamme opetusmateriaalin aiheen olemme rajanneet käsittelemään yleisimpiä ensihoidossa kohdattavia EKG-löydöksiä. Ajankäytön ja resurssien vuoksi tietoperustassa ja tuotteessa ei ole mahdollista käsitellä kaikkea sydämen sähköisen toimintaan vaikuttavia asioita. Aiherajauksen ulkopuolelle jäi muun muassa lääkehoidon vaikutukset.

3.1 Sydämen sähköinen toiminta

Sydän on noin 300-350 grammaa painava lihaspumppu ja on suunnilleen omistajansa nyrkin kokoinen. Sydän paikantuu rintaonteloon rintalastan taakse keuhkojen välissä olevaan välikarsinaksi kutsuttuun tilaan. Sydän on rintaontelossa hieman vasemmalle kääntyneenä siten, että sydämen oikea puoli on enemmän esillä edestä katsottuna kuin vasen puoli. Sydämen kärki osoittaa alavasemmalle ja hieman eteenpäin. (Laurila & Vierimaa 2013, 101-114.)

Sydän koostuu neljästä eri lokerosta, oikeasta ja vasemmasta eteisestä sekä oikeasta ja vasemmasta kammioista. Eteisistä sijaitsevat kammioiden yläpuolella. Molemmissa eteisissä sijaitsevat myös sydänkorvakkeet, jotka erittävät mm. verenpaineeseen vaikuttavia hormoneja verenkiertoon. Eteisistä ja kammioista toisistaan erottavat eteis-kammio-ölkät. Sydämen vasenta- ja oikeaa puolta toisistaan erottaa lihasväliseinä, tämä seinämä erottaa sydämen oikealla puolella virtaavan vähähappisen veren sekä vasemmalla puolella virtaavan hapekkaan veren. Sydämen oikea kammiopumppaa vähähappista verta pieneen verenkiertoon ja sydämen vasen kammiopumppaa happirikasta verta isoon verenkiertoon. (Laurila & Vierimaa 2013, 101-114.)

Sydän on autonominen elin eli sen toiminta on automaattista ja itsesäädelyä. Sydämen supistumisen saa aikaan erikoistuneissa sydänlihassoluissa syntyvä sähköinen impulssi eli aktiopotentiali. Tämä sähköimpulssi etenee ketjureaktiona johtoratajärjestelmää pitkin ja solusta toiseen, aiheuttaen sydänlihaksen lähes yhtäaikaisen supistumisen. Näistä erikoistuneista sydänlihassoluista koostuu sydämen johtoratajärjestelmä, joka toimii eräänlaisen sähköverkon tavoin levittäen sähköimpulssin jokaiseen sydämen supistuvaan

osaan. Johtoratajärjestelmän solut johtavat sähköimpulsseja nopeammin kuin tavalliset sydänlihassolut. Johtoratajärjestelmä koostuu sinussolmukkeesta, eteisjohtoradoista, Hisin kimpusta ja Purkinjen säikeistä. Sinussolmuketta, joka sijaitsee sydämen oikean eteisen takaseinämässä, voidaan kutsua sydämen omaksi tahdistimeksi. Sinussolmuke ylläpitää sydämen säännöllistä rytmiä, se muodostaa sähköisen impulssin noin 100 kertaa minuutissa. (Laurila & Vierimaa 2013, 101-114.)

Normaalitilanteessa sähköinen impulssi saa alkunsa sinussolmukkeesta, mistä aktivaatio leviää sekä eteisten lihaskudokseen, että AV-solmukkeen läpi ja siitä Hisin kimppuun ja sen haaroihin, jatkaen matkaansa yhä Purkinjen säikeisiin ja siitä kammioden lihaskudokseen. (Heikkilä & Mäkijärvi 2003, 33-35; Kettunen, Leppäluoto, Lätti, Rintamäki & Vierimaa 2015, 143-146.)

Sydän on kolmiulotteinen elin, joten sen sähköistä toimintaa täytyy tarkastella kolmiulotteisesti. Elektrokardiografian kehityksen myötä on huomattu, että muutamalla kytkennällä ei saada luotettavaa kokonaiskuvaa sydämen sähköisestä toiminnasta. Nykypäivänä EKG muodostuu 12 kytkennästä, jotka on määritelty kuvantamaan alueita, joissa yleisimmin havaitaan sydämen sähköisen toiminnan muutoksia. Mitä enemmän kytkentöjä on kuvantamassa sähköistä toimintaa, sitä enemmän ja tarkemmin informaatiota saadaan. 12-kytkennällä saadaan riittävän hyvä ja luotettava kokonaiskuva sähköaktivaation ja sydänlihaksen tilasta. Sydänperäistä rintakipua epäiltäessä ensihoidossa on otettava vähintään 14-kanavainen EKG. (Käypä Hoito 2016, viitattu 5.2.2017; Thaler 2015, 38.)

3.1.1 Aktiopotentiali

Sydämen sähköiset toiminnot pohjautuvat ionivirtojen aiheuttamiin sähkökemiallisiin muutoksiin solukalvolla ja solunesteessä. Tärkeimpinä näistä ioneista on natrium, kalium ja kalsium. Solukalvon ulko- ja sisäpuolen jännite-ero on noin -90 mV, siten että sisäpuoli on ulkopuolta negatiivisempi. (Mäkijärvi & Mäkynen 2016, viitattu 24.8.2016.)

Aktiopotentialissa solukalvon jännite-ero muuttuu. Sen vaiheet voidaan jakaa depolarisaatioon, varhaiseen repolarisaatioon, tasannevaiheeseen ja repolarisaatioon. Aktivaation saavuttaessa solukalvon, natrium-ioniläpäisevyys kasvaa, minkä seurauksena solukalvon sisä- ja ulkopuolen välinen kalvojännite muuttuu positiiviseksi natrium-ionien virratessa

soluun. Mitä suurempi kalvojännite-ero on ollut ennen ärsyksen saapumista, sitä nopeammin edellä mainittu vaihe tapahtuu. Varhainen repolarisaatio käynnistyy kalium-kanavien auettua, jolloin kaliumia virtaa solusta ulos. Kalsium-kanava avautuu varhaisen repolarisaation käynnistyttyä, joten soluun virtaa kalsiumia, minkä vuoksi syntyy tasannevaihe. Kun kalsium on solussa, kalium-ionien ulosvirtaus saa aikaan kalvojännitteen muuttumisen negatiiviseksi eli repolarisaation. Kalium-ionikanava pysyy auki vielä hitaan natrium-kalsiumkanavan sulkeuduttua, jolloin solukalvon jännite-ero alkaa muuttua negatiiviseksi. Kaliumin ulosvirtaus jatkuu, kunnes jännite-ero on palannut noin -90 mv. (Mäkijärvi & Mäkynen 2016, viitattu 24.8.2016.)

Sydänlihassolun supistumisen saa aikaan kalsium-ionit. Kalsium-ionien sisäänvirtauksen seurauksena solunsisäiset kalsium-varastot purkautuvat sytoplasmaan. Vapaat kalsiumionit reagoivat sytoplasmassa troponiini C:n kanssa, aiheuttaen muodonmuutoksen tropomyosiiniin. Tropomyosiini estää aktiini- ja myosiinisäikeiden yhteisvaikutuksen, joten tropomyosiinin inaktivointi mahdollistaa sydänlihaksen supistumisen aktiinin ja myosiinin välisten reaktioiden seurauksena. (Ruskoaho 2014, viitattu 24.8.2016.)

3.2 Sydämen toiminnan säätely

Sydämen toiminnan hermostolliseen säätelyyn osallistuu sekä sympaattinen että parasympaattinen hermosto. Sympaattisen hermoston välittäjäaineina toimivien noradrenaliinin ja muiden katekoliamiinien (esim. dopamiini ja adrenaliini) vaikutukset välittyvät sydämessä β_1 -reseptoreiden kautta sekä sinus- ja eteis-kammiosolmukkeeseen että kammiolihakseen. β_1 -reseptoreiden aktivaatio käynnistää solussa ketjureaktioita, joiden lopputuotteena aktiopotentialissa solunsisäiset kalsium- ja natrium-ionipitoisuudet kasvavat ja kaliumpitoisuus vähenee. Kalsiumpitoisuuden kasvu vaikuttaa sydämen supistusvoiman paranemiseen, sillä kalsium-ionit mahdollistavat aktiinin ja myosiinin väliset reaktiot. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kammiolihaksessa β_1 -reseptoreiden aktivaatio lisää sydämen supistusvireyttä eli inotropiaa. Solunsisäisen natrium-ionipitoisuuden kasvu parantaa johtumisnopeutta. Kaliumpitoisuuden ulosvirtauksen lisääntyminen lyhentää aktiopotentialin kestoa, joten lyöntitiheys kasvaa. (Ahtee 2001, viitattu 26.9.2016; Juntila & Mäkikallio 2016, viitattu 24.8.2016; Kettunen ym. 2013, 153-155; 402; Mäkynen & Mäkijärvi 2016, viitattu 24.8.2016; Ruskoaho 2014, viitattu 24.8.2016; Ruskoaho 2014, viitattu 10.9.2016; Paakkari & Toivonen 2001, 521 viitattu 10.9.2016.)

Parasympaattisen hermoston välittäjäaineena sydämessä toimii asetyylikoliini, joka vaikuttaa muskariinireseptori M2:een. Ne sijaitsevat pääasiassa sinussolmukkeessa, eteis-kammiosolmukkeessa sekä eteisissä. M2-reseptorin aktivaation seurauksena solunsisäinen kalsium-pitoisuus vähenee ja kalium-pitoisuus kasvaa. Kun kalium ei pääse poistumaan solusta normaalilla nopeudella, refraktaariaika pitenee repolarisaation hidastuttua. Tämä havaitaan aktiopotentiaalin keston pidentymisenä eli syketaajuuden harventumisena ja johtumisnopeuden hidastumisena. Muskariinireseptoreita on myös kammiolihak- sessa, missä reseptorin aktivaation seurauksena solunsisäisen kalsiumin määrä vähenee, mikä havaitaan inotropian vähenemisenä. (Junttila & Mäkikallio 2016, viitattu 24.8.2016; Kettunen ym. 2013, 153-155, 402.)

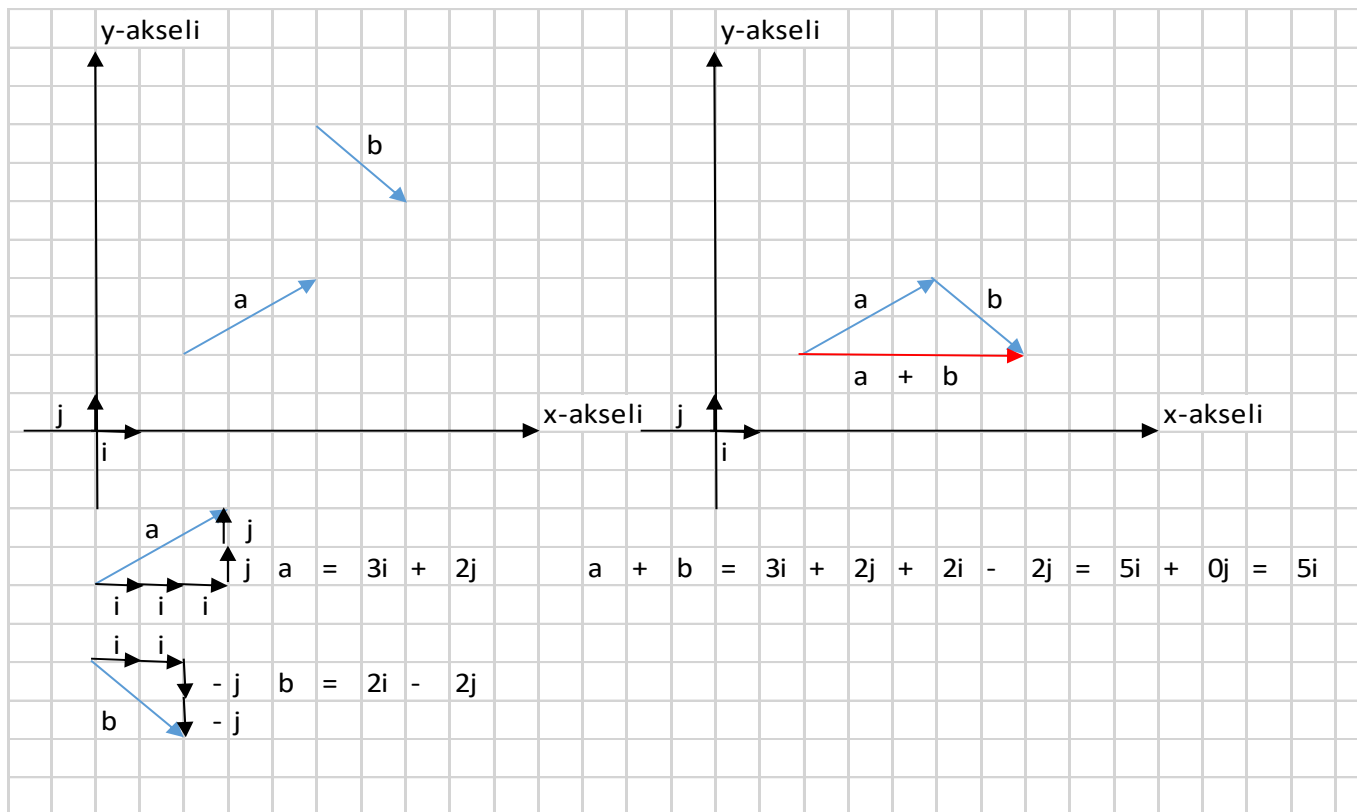
3.3 Vektorit ja vektorilaskenta

Vektori on suure, jolla on suuruus ja suunta. Vektorit kuvataan eri pituisilla ja suuntaisilla nuolilla. (Elo 1997, viitattu 9.2.2017; Heikkilä & Mäkijärvi 2003, 31-35; Mäkijärvi 2005, Viitattu 23.6.2016.)

3.3.1 Vektorilaskenta

Olkoon a ja b vektoreita. Vektoreiden yhteenlasku $a+b$ suoritetaan siten, että siirretään vektori b alkamaan a :n loppupisteestä. Kun vektorin a alkupiste ja vektorin b loppupiste yhdistetään yhdellä viivalla, saadaan summavektori $a+b$, jonka suunta on a :n lähtöpisteestä b :n loppupisteeseen. (Kangasaho ym. 2007, 17.)

Kantavektorit ovat xy -koordinaatiston vektoreita; kantavektori i on x -akselin suuntainen yksikkövektori ja j on y -akselin suuntainen yksikkövektori. Yksikkövektori tarkoittaa, että vektorin pituus on yksi yksikkö. Kaikki xy -tasossa olevat vektorit voidaan ilmaista edellä mainittujen kantavektoreiden avulla jakamalla ne kantavektoreiden suuntaisiin komponentteihin. Esimerkiksi vektori $a=xi+yj$, missä x kuvaa vektorin a pituutta x -akselin suunnassa ja y vektorin a pituutta y -akselin suunnassa (KUVA). (Kangasaho ym. 2007, 17, 44-48).



3.3.2 Sydämen summavektorit

Koko sydänlihaksen sähköistä aktivaatiota ja jännite-eroja voidaan kuvata samalla tavalla kuin yksittäisen sydänlihassolun aktivaatiota. Sydänlihaksen sähköinen aktivaatiovektori muodostuu näiden useiden miljardien sydänlihassolujen aktivaation muodostamien vektoreiden summana. Suurin osa näistä vektoreista on kuitenkin toistensa kanssa suunnaltaan päinvastaisia ja täten ne kumoavat toisensa, joten sydänlihaksen summavektori koostuu vain noin 5%:sta yksittäisiä vektoreita. (Heikkilä & Mäkijärvi 2003, 31-35; Mäkijärvi 2005, Viitattu 23.6.2016.)

Sydänlihaksen aktiopotentiaali voidaan jakaa elimistöön vaihtelevan sähkökentän aiheuttamaan de- ja repolarisaatioon. Näitä hetkellisiä sähköisiä muutoksia ja niiden aiheuttamia jännite-eroja voidaan kuvata vektoreilla. Vektorin pituus kuvaa jännite-eron suuruutta ja positiivisen jännite-eron suuntaa. Nuolen kärki osoittaa positiivisesti varautuneeseen alueeseen. Summavektorin suunta ja suuruus muuttuu aktivaatioaallon edetessä ja muuttuessa suuntaa. (Airaksinen, Heikkilä, Huikari, Kupari, Nieminen & Peuhkuri 2008, 162; Heikkilä & Mäkijärvi 2003, 31-33, 206; Kangasaho, Mäkinen, Oikkonen, Paasonen, Salmela & Tahvanainen 2007, 8; Mäkijärvi 2005, viitattu 23.6.2016.)

Sähköisen aktivaation aiheuttama muuttuva sähkökenttä piirtyy EKG:hen jatkuvaksi ja muuttuvaksi käyräksi (Heikkilä & Mäkijärvi 2003, 16). Tästä tasapainoaseman suurimmasta poikkeamasta käytetään käsitettä amplitudi. EKG esitetään graafisesti aika-jännitekoordinaatistossa. (Thaler 2015, 18-19). Vektorin pituus kuvaa jännite-eroa (Heikkilä & Mäkijärvi 2003, 33). Kulmakerroin määritetään laskemalla pysty akselin ja vaakaa akselin muutoksien osamäärästä. Pysty akselin muutoksen pienentyessä vaakaa akselin muutoksen pysyessä vakiona kulmakerroin pienenee. Vastaavasti vaakaa akselin muutoksen kasvaessa pysty akselin pysyessä muuttumattomana kulmakerroin pienenee. (Hatakka, Saari, Sirviö, Viiri & Yrjänäinen, 2006).

Summavektorin ollessa kohtisuoraan tarkasteltavaa elektrodia kohti, elektrodin kuvaama amplitudi on tällöin suurin mahdollinen. Kytkennän kuvaama komponentti käsittää koko hetkellisen sydänvektorin. Vastaavasti mitä lähempänä suoraa kulmaa summavektorin komponentti ja tarkasteltavan kytkennän välinen kulma on, sitä matalampi amplitudi on. Vektorin komponentin pituus lasketaan cosinin avulla ja cosinin lähestyessä 90 astetta, kerroin lähestyy nollaa, koska $\lim_{n \rightarrow 90} (\cos(n)) = 0$. Summavektorin komponentin ollessa pois päin kytkennästä, EKG:hen piirtyy negatiivinen heilahdus. Tämä voidaan havainnollistaa jakamalla summavektori komponentteihin. (Seppänen 2007, 36; Thaler 2015, 54.)

Tilanteessa, jossa komponentti katsoo sähköisen rintaman kulkua kohtisuoraan, on EKG:ssä näkyvä heilahdus bifaasinen eli kaksivaiheinen. Kaksivaiheisuutta kuvataan piirtämällä kohtisuora linja kytkennästä sydämen summavektorin läpi, tämä suora linja katkaisee vektorin kahteen eri osaan. Ensimmäinen osa lähestyy tarkastelevaa kytkentää, jolloin EKG:hen tallentuu positiivinen heilahdus. Toisella puolikkaalla summavektori loittonee tarkasteltavasta kytkennästä, jolloin EKG:hen piirtyy negatiivinen heilahdus. Aktivaatioaallon ensimmäinen vaihe lähestyy elektrodia ja toisessa osassa loittonee kytkennästä. (Thaler 2015, 49-55)

3.4 Häiriöt sydämen sähköisessä toiminnassa

Rytmihäiriö, ionikanavien toiminnan muutos, on oire sydämen rakenteellisesta tai toiminnallisesta poikkeavuudesta. Rytmihäiriöitä aiheuttavia teki-

jöitä on lukuisia, kuten sydänsairaudet, elektrolyyttihäiriöt, lääkkeet, endokriiniset sairaudet ja autonomisen hermoston muutokset. Rytmihäiriöt voivat johtua häiriöstä aktiopotentiaalin muodostumisessa tai johtumisessa tai niissä molemmissa. Lisääntynyt automatia, kiertoaktivaatio ja viivästyneet jälkipotentiaalit ovat tärkeimmät rytmihäiriöitä aiheuttavat mekanismit. (Ruskoaho & Huikuri 2014, viitattu 4.2.2017.)

Kammiotaajuudella tarkoitetaan kuinka monta kertaa sydän lyö minuutin aikana. Normaali taajuus on 50-100 lyöntiä minuutissa. Bradykardialla tarkoitetaan alle viittäkymmentä lyöntiä minuuttiin ja takykardialla yli 100 lyöntiä minuutissa. (Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2005b, viitattu 7.3.2017.) Takykariaa aiheuttaa sympaattisen hermoston aktivaatio, kiertoaktivaatio eteis-kammiosolmukkeessa, eteisissä tai kammiossa, lisääntynyt autonomia sinussolmukkeessa tai eteiskudoksessa, autonomisen hermoston tai vagus-hermon toimintahäiriö (Mäkijärvi 2005, viitattu 7.3.2017; Toivonen 2005, viitattu 7.3.2017). Sinusbradykardiaa aiheuttaa vagusaktivaation lisääntyminen, sympaattisen hermoston aktivaation väheneminen tai muutos sinussolmukkeessa (Viitasalo 2005, viitattu 7.3.2017). Akuutti tai krooninen sydänsairaus

Sinusarytmialla tarkoitetaan epäsäännöllistä rytmiä. Sinusarytmia voi olla hengityksen vaiheisiin liittyvää tai merkki sinussolmukkeen toiminnan häiriöstä. Arytmia voi johtua automatian hetkellisestä hidastumisesta tai pysähtymisestä sinussolmukkeessa, voimakkaasta vagaalisesta heijasteesta, lääkevaikutuksesta tai sinussolmukkeen vaurioitumisesta infarktin, myokardiitin tai rappeumamuutosten vuoksi. Johtumishäiriöt estävät normaalin johtumisen, joten ne voivat aiheuttaa epäsäännöllisyyttä. Myös kiertoaktivaatiot aiheuttavat arrytmiaa. (Viitasalo 2005, viitattu 7.3.2017.)

Eteistoimintaa kuvaava P-aallon muoto voi muuttua korkeammaksi tai leveämmäksi eteiskuormituksen yhteydessä. Se voi kuvata myös eteisvärinätaipumukseen. (Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2005c, viitattu 7.3.2017.)

Sinussolmukkeen ja johtoratojen toimintaa heikentää mm. äkillinen vagaalisen tonuksen lisääntyminen, eräät lääkeaineet, sydänsairaudet (esimerkiksi iskemia ja kardiomyopatia), infektiosairaudet ja muut tekijät kuten hypoksia, elektrolyyttihäiriöt ja hypotermia. Johtuminen eteisistä kammioihin voi estyä myös osittaisen tai täydellisen eteis-kammiokatkoksen tai WPW-oireyhtymän vuoksi. (Hedman & Parikka 2016, viitattu 7.3.2017; Nikus & Mäkijärvi 2016, viitattu 7.3.2017; Viitasalo & Ylitalo 2016, viitattu 7.3.2017.)

QRS-kompleksi kuvaa kammioaktivaatiota. Sen normaali leveys on alle 0,12 sekuntia ja sitä voi leventää haarakatkos tai delta-aalto. QRS-kompleksin amplitudi kasvaa kammiohypertrofiassa. Sydänlihassairaudet muuttavat QRS-kompleksin loppuosan muotoa. Jos QRS-kompleksin leveys on normaali, mutta muoto poikkeava, on usein kyseessä sydäninfarktiarven aiheuttama Q-aalto. (Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2005a, viitattu 7.3.2017.) Taulukossa 4 on esitetty myös muita Q-aallon muotoon vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi taulukossa on esimerkkejä tekijöistä, mitkä aiheuttavat ST-välin ja T-aallon muutoksia.

TAULUKKO 4. ST-välin, T-aallon ja Q-aallon aiheuttamia muutoksia EKG:hen

ST-nousu	Varhainen repolarisaatio
	Perimyokardiitti
	Hypertrofinen kardiomyopatia
	Brugadan oireyhtymä
	Keuhkoembolia
	Vasemman kammion hypertrofia
	Hyperkalemia
	Hyperkalsemia
	Takotsubo eli järkytyksen aiheuttama sydämen supistushäiriö, jonka oireisto on sydäninfarktin kaltainen.
ST-lasku	Sympatikotonia
	Hyperventilaatio
	Mikrovaskulaariangiina
	Vasemman kammion hypertrofia

	Digitalislääkitys
	Tiheälyöntisyyskohtauksen jälkitila
	Hiippaläpän prolapsi
	Takotsubo
T-aaltomuutos	Normaalin variantti
	Hyperventilaatio
	Kohonnut kallonsisäinen paine
	Elektrolyyttihäiriö
	Akuutti cor pulmonale (keuhkoembolia)
	Takotsubo
Q-aalto	Vasemman kammion hypertrofia (kytkentä V ₁)
	Hypertrofinen kardiomyopatia
	Oikean kammion paine- ja tilavuuskuormitus
	Ilmarinta
	Duchennen lihasdystrofia
	Sydämen poikkeava asento (kytkennät II, III ja aVF)
	Myokardiitti
	Vasemman etuhaarakkeen katkos (oikeanpuoleiset rintakytkennät)
<p>ST-nousu ei ole spesifinen sydäninfarktille, ja T-aalto muuttuu herkästi muissakin tiloissa kuin iskemiassa, joten niiden spesifisyys on heikoin kaikista taulukon EKG-parametreista. Poikkeava Q-aalto voi esiintyä sydäninfarktin lisäksi muissa tiloissa, jotka johtavat sydänlihaskuoli-oon. Myös poikkeavuus sydänlihassmassan paikantumisessa tai sydämen sähköisessä aktivaati-ossa voi johtaa Q-aaltojen syntymiseen.</p>	

3.4.1 Kiertoaktivaatio

Kiertoaktivaatio voi syntyä sydänlihaskudokseen tai johtoratoihin joko eteisissä tai kammioissa. Sen synnyn mahdollistaa katkos yhteen suuntaan johtavassa paikassa tai johtumisen paikallinen hidastuminen. Impulssin normaalin etenemisen este tai hidaste johtaa sähköön kulkemaan poikkeavaa reittiä. Aktivoitumatta jäänyt alue aktivoituu normaalista poikkeavaa reittiä saapuvan impulssin seurauksena. Tämä eri suunnasta tuleva aktivaatio voi jatkaa matkaansa estettä edeltävälle alueelle, mikäli sen solut ovat jo valmiita vastaanottamaan uuden aktivaation. Yksisuuntainen sähkönkulkureitti muuttuu siten kaksisuuntaiseksi ja sähköaktivaatio jää kiertämään silmukkaan. Tätä kutsutaan kiertoaktivaatioksi. Rytmihäiriö voi syntyä myös silloin, kun ennenaikainen ärsyke, kuten lisälyönti, laukaisee aktiopotentiaaliaallon, jos lepojännite on heikentynyt esimerkiksi hapenpuutteen vuoksi. (Heikkilä ym. 2008, 59-60, 567-598; Heikkilä & Mäkijärvi 2003, 206; Mäkijärvi 2014, viitattu 28.11.2016; Mäkyne & Raatikainen 2016, viitattu 27.11.2016; Thaler 2015, 123-124, 228.)

Kiertoaktivaatiosta esimerkkinä ovat eteisvärinä ja eteislepatus. Eteisvärinässä eteisperäiset lisälyönnit voivat synnyttää järjestäytymättömiä depolarisaatorintamia, mitkä yhdessä johtumisnopeuden ja tehokkaan refraktaariajan kanssa synnyttävät useita samanaikaisia eri pisteessä sijaitsevia kiertoaktivaatioita. Sähköinen toiminta on organisoitumatonta, minkä vuoksi EKG:ssä nähdään epätasainen perusviiva, eikä varsinaisia P-aaltoja ole havaittavissa. Nopean eteistaajuuden vuoksi eteis-kammiojohtuminen on epä-säännöllistä, mikä havaitaan QRS-aaltojen epätasaisena esiintymisenä. Eteislepatus tunnustetaan EKG:ssä säännöllisestä ja sahalaitaisesta F-aallosta, sillä siinä kiertoaktivaatio on säännöllinen. QRS-kompleksi esiintyy säännöllisesti ja on kapea. (Heikkilä ym. 2008, 534-541; 555-559; Thaler 2015, 133.)

3.4.2 Lisälyönnit

Lisälyönti tarkoittaa ylimääräistä ennen aikaista sähköistä aktivaatiota, joka on lähtöisin joko eteisestä tai kammioista. Lisälyönnin aiheuttaa lisääntynyt automaatio, mikrokiertoaktivaatio, aktiopotentiaalilin pysyvä heikkeneminen tai repolarisaation nopeutuminen. (Mäkijärvi 2005c, viitattu 24.2.2017.)

Eteisperäinen lisälyönti on lähtöisin eteisitä, jolloin aktivaatio leviää ensin eteisiin. Eteisistä peräisin oleva enneaikainen ärsyke johtuu joko normaalia nopeutta tai hitaammin. Jotta enneaikainen aktivaatio on mahdollinen, eteiskammiosolmukkeen ja sen jälkeiset johtoradan osat on oltava osittain refraktaarisia tai refraktaariaika kulunut jo ohi. Jos kammiot ovat refraktaariset, aktiopotentiaali ei etene kammioihin. (Mäkijärvi 2005a, viitattu 26.2.2017.)

Kammioisälyönnit ovat kammioista peräisin olevia enneaikaisia aktivaatioita. Tällöin EKG:hen muodostuu QRS-kompleksi ilman P-aaltoa. QRS-kompleksi voi olla leventynyt, terävä tai muuten poikkeavan muotoinen. QRS-kompleksin muoto riippuukin sen lähtöpaikasta. Vasemmasta kammioista lähtöisin oleva aktivaatio saa aikaan oikealle haarakatkokselle tunnusomaiset piirteet ja kytkennöissä III ja aVF negatiivisena esiintyvän QRS-kompleksin syntypaikka on lähellä sydämen kärkeä. Kammioperäinen aktivaatio voi myös edetä eteisiin. Tällöin ilmaantuu negatiivinen P-aalto alaseinäkytkentöihin. (Mäkijärvi 2005b, viitattu 26.2.2017.)

3.4.3 Kammioiden sisäiset johtumishäiriöt

Kammionsisäisessä johtumishäiriössä aktivaation kulku estyy AV-solmukkeen jälkeisissä johtoradan osissa, joko vasemmassa tai oikeassa johtoradassa tai vielä sitä edempänä purkinjen säikeissä. Johtoratajärjestelmän sydänlihassolut välittävät impulssia 2 m/s, kun taas kammiolihassolut välittävät impulssia 0,15-0,4 m/s. Kun aktivaation johtuminen hidastuu tai pysähtyy kokonaan johtoratajärjestelmän vaurion vuoksi, joutuu osa sydänlihaksesta aktivoitumaan johtoratajärjestelmää hitaammin aktivaatiota johtavan kammiolihaksen kautta, jolloin QRS-kompleksin muoto muuttuu ja kesto pitenee. (Heikkilä & Mäkijärvi 2003, 206.)

Kammionsisäiset johtumishäiriöt voidaan luokitella haarakatkoksiin tai haarakekatkoksiin sen mukaan mikä Hisin kimpun haara tai vasemman haaran haarakeista on osittain tai kokonaan poikki (Heikkilä & Mäkijärvi 2003, 206). Oikeassa haarakatkoksessa tyypillisenä löydöksenä oikean puoleisista rintakytkennöistä löytyy QRS-kompleksin kaksiosaisuus, sekä kompleksin amplitudin pieneneminen ja keston piteneminen. Oikea haarakatko ei näy selvästi QRS-kompleksin alkuosassa, sillä vasemman kammion osuus kam-

mioväliseinästä on lihasmassaltaan oikeaa puolta suurempi. Oikea kammio aktivoituu vasemman kammion aktivoitumisen seurauksena hieman vasemman kammion jälkeen, joka aiheuttaa QRS-kompleksiin toisen r-piikin, sekä QRS-kompleksin keston pidentymisen. QRS-kompleksin amplitudi pienenee, kun samaan aikaan aktivoituvia sydänlihassoluja on vähemmän. (Heikkilä 2003, 209-211.)

Vasemmassa haarakatkoksessa aktivaation eteneminen pysähtyy kokonaan joko hisinkimpun vasemmassa päähaarassa tai sen molemmissa haarakkeissa, jonka vuoksi vasen kammio aktivoituu kokonaan tai osittain oikean kammion aktivaation seurauksena. Vasemman kammion myöhästyneen aktivaation seurauksena QRS-kompleksi levenee ja kammioväliseinää kuvaavissa kytkennöissä QRS-kompleksi voi alkaa rS tai QS heilahduksilla. QRS-kompleksin alku riippuu siitä, aktivoituuko kammioväliseinä kokonaan oikean kammion seurauksena vai osaksi vasemmalta. (Heikkilä 2003, 212.)

Johtumishäiriön aiheuttaa yleensä jokin johtoratajärjestelmää vaurioittava sydänsairaus, kuten verenpainetauti. Kammionsisäiset johtumishäiriöt voivat vaikeuttaa eräiden sydän sairauksien havaitsemista EKG:sta. Johtumishäiriöt saattavat erehdyttää EKG:n tulkitsijaa epäilemään jotakin muuta sydämen sähköiseen toimintaan vaikuttavaa tekijää johtumishäiriöiden aiheuttamien muutosten vuoksi. (Heikkilä 2003, 208.)

3.4.4 Hypertrofia

Hypertrofisissa kardiomyopatioissa eli sydänlihaksen paksuuntumisessa EKG on usein poikkeava. Täysin normaali EKG ei kuitenkaan poissulje hypertrofista kardiomyopatiaa. Tavallisia muutoksia EKG:ssa ovat suuret tai negatiiviset T-aallot ja st-tason muutokset, myös patologiset Q-aallot alaseinä ja etu-sivuseinä kytkennöissä ovat tavallisia. (Heikkilä, ym. 2008. 887.) Kammioiden hypertrofian diagnosoinnissa EKG:n sensitiivisyys on alle 40%, mutta spesifisyys jopa 90%, tämä johtuu esimerkiksi vasemman puolen suuren lihasmassan aiheuttamasta hallitsevuudesta QRS-kompleksissa (Heikkilä 2003, 167).

Vasemman kammion suuremman lihasmassan vuoksi oikean kammion hypertrofian aiheuttamat sähköiset muutokset saattavat peittyä, vasta huomattava oikean kammion hypertrofia aiheuttaa diagnostisia EKG muutoksia. Konsentrisessa hypertrofiassa R-aaltojen amplitudit saattavat olla normaalit. Päinvastaisesta syystä taas läheisyysvaikutuksen

ja suurentuneen depolarisaatiopinta-alan vuoksi R-aaltojen amplitudit saattavat olla kammiodilataatiossa ja ekstretrisessä kammiohypertrofiassa suuremmat kuin niiden lihasmassa edellyttäisi. (Heikkilä 2003, 167.)

3.4.5 Hapenpuute

EKG:ssa havaittavat iskemiaa kuvaavat muutokset johtuvat paikallisista elektrofysiologisista muutoksista (Eskola, Heikkilä & Nikus 2005 a, viitattu 7.10.2016). Osa ionikanavista, kuten solukalvon natrium-, kalium- ja kalsiumkanavista, tarvitsee energiaa ionien kuljettamiseen solukalvon toiselle puolelle. Solu tuottaa tehokkaimmin energiaa mitokondrioissa oksidatiivisella fosforylaatiolla. Oksidatiivinen fosforylaatio tarvitsee happea toimiakseen, joten sitä voi tapahtua ainoastaan aerobisissa olosuhteissa. Hapen puutteessa sydänlihaksen pystyvät kuitenkin tuottamaan energiaa anaerobisesta glykogeenistä, mikä on huomattavasti oksidatiivista fosforylaatiota tehottomampi. Samoin kuin happi, veren glukoosi-molekyylit kuluvat loppuun verenkierron pysähtyessä. (Aalto-Setälä 2016, viitattu 7.10.2016; Aittomäki 2014, viitattu 7.10.2016; Kosma & Naukkarinen 2012, viitattu 7.10.2016.)

Koska ATP:tä ei voi varastoida, energian jatkuva saanti on välttämätöntä. Hapenpuutteen jatkuessa mitokondriot vaurioituvat lopulta palautumattomasti, jolloin ATP:n tuotanto lakkaa kokonaan. Tästä seuraa ATP:stä riippuvaisten solukalvopumppujen toiminnan loppuminen. Elektrolyyttitasapaino järkkyy, sillä natrium- ja kalsium-ionit pääsevät virtaamaan vapaasti soluun ja kalium virtaamaan ulos. Solukalvojen välinen jännite-ero häviää, jolloin aktiopotentiaalia ei pääse syntymään. (Aalto-Setälä 2016, viitattu 7.10.2016; Aittomäki 2014, viitattu 7.10.2016; Kosma & Naukkarinen 2012, viitattu 7.10.2016.)

Iskemian alkuvaiheessa tapahtuu ainoastaan repolarisaation hidastumista iskemia-alueella; varausasteessa tai sähköisessä purkautumisessa ei tapahdu muutoksia. Muualla sydänlihaksessa repolarisaatio tapahtuu normaalilla nopeudella, joten iskemia-alue palautuu lepotilaan muita soluja myöhemmin. Tästä seuraa repolarisaatiota kuvaavan vektorin suunnan muuttuminen. Vektorin kärki osoittaa positiivisesta negatiiviseen. Iskemia-alue on vähemmän negatiivinen kuin ympäröivät alueet, joten vektori osoittaa iskemia-alueelta terveeseen kudokseen. Tämä havaitaan EKG:ssä T-aallon muutoksina. Sydämen sisäpuolelta aiheutuu siten vauriovirta kohti tätä aluetta tarkastelevaa elektrodia eli T-aalto

kasvaa. Ulkopuolen iskemia aiheuttaa vauriovirran suuntautumisen sydämen sisäosia kohti, jolloin tapahtuu T-aallon madaltumista tai inversiota aluetta tarkastelevissa kytkenöissä. (Eskola, Heikkilä, Nikus 2005 a, viitattu 7.10.2016; Thaler 2015, 228.)

Iskemian jatkuessa syntyy jatkuva vauriovirta, koska iskemisen solun kalvojännite jää vajaaksi normaalitilaan verrattuna. Syntyvä lepotilan vauriovirta suuntautuu terveestä sydänlihaksesta iskemiselle alueelle. Perusviivan muutosta ei havaita EKG:ssä laitteen kompensatiokyvyn vuoksi. Solun latautumisasteen jääminen vajavaiseksi ja hidastunut aktiopotentiaali aiheuttaa sekä QRS-kompleksin leventymisen ja palautumisen muuttuneelle perustasolle, joten ST-taso muuttuu. Iskemia-alueen sijainnista riippuen vauriovektori osoittaa joko kohti tarkasteltavaa elektrodia tai poispäin, aiheuttaen joko ST-tason nousun tai laskun. Sydänlihaksen sisäseinämän solut ovat ulkoseinän soluja herkempiä iskemialle, joten iskemiavauriot etenevät yleensä sisältä ulospäin. (Eskola, Heikkilä, Nikus 2005 a, viitattu 7.10.2016; Eskola, Heikkilä, Nikus 2005 b, viitattu 5.2.2017; Thaler 2015, 228.)

Kuoliassa solujen kalvojännite häviää ja sähköinen toiminta lakkaa, joten myös sähköiset voimat puuttuvat tältä alueelta. Tästä seuraa terveisiin alueisiin painottuvat voimat. Koska nämä voimat osoittavat poispäin kuolioalueesta, sitä katsoviin elektrodeihin piirtyy negatiivinen kompleksi, jota kutsutaan Q-aalloksi. (Eskola, Heikkilä, Nikus 2005, viitattu 7.10.2016; Thaler 2015, 228.)

ST-tason lasku on aina merkki sydänsairaudesta, mutta ST-tason nousua voi ilmetä terveysydämällä esimerkiksi perikardiitin tai varhaisen repolarisaation aiheuttamana. Tutlehdus sydämessä voi aiheuttaa laaja-alaiset iskemialle tunnusomaiset ST-tason nousut. Myokardiitissa ja myoperikardiitista puuttuu kuitenkin iskemian resiprokaalimuutokset. (Nikus & Mäkijärvi 2016, viitattu 16.5.2017.)

3.4.6 Suolatasapainon häiriöt

Solukalvon ulko- ja sisäpuolen jännite-ero eli lepopotentiaali perustuu elektrolyyttipitoisuuksiin solukalvon ulko- ja sisäpuolen välillä ja aktiopotentiaali elektrolyyttien kulkeamiseen solukalvon läpi. Jos elektrolyytin pitoisuus veren seerumissa muuttuu, se voi

muuttaa solukalvon lepojännitettä ja siten muuttaa aktiopotentiaalia. Jos aktiopotentiaalissa tapahtuu muutoksia, ne voidaan havaita myös EKG:ssä; muutokset depolarisaatiossa näkyvät P-aallossa ja QRS-kompleksissa, repolarisaation muutokset ST-välissä tai T-aallossa. Elektrolyyttihäiriö voi muuttaa myös aktivaation muodostumista tai johtumista. (Hedman 2005 a, viitattu 5.2.2017.)

EKG:ssä havaitaan herkimmin häiriöt kalium-pitoisuudessa, sillä jo pienet kaliumpitoisuuden muutokset voivat aiheuttaa muutoksia solukalvojen väliseen jännite-eroon. Muutokset tulevat näkyviin EKG:hen vasta vaikeassa hypo- tai hyperkalemiassa. Kalsiumpitoisuuden muutokset eivät näy niin herkästi kuin kaliumpitoisuuden muutokset. Hypo- ja hyperkalsemia aiheuttaa lähinnä muutoksia ST-tasossa ja QT-ajassa. Muutokset natriumpitoisuuksissa ei näy EKG:ssä. (Hedman 2005 a, viitattu 5.2.2017.)

Thaler (2015, 271) kertoo EKG-muutoksen olevan hyperkalemiaa kuvaavampi ilmentymä kuin kaliumpitoisuuden määrittäminen veren seerumista. Hyperkalemiassa ilmentyvät EKG-muutokset eivät ole spesifejä, vaan niitä ilmenee myös muiden häiriötilojen yhteydessä, joten tulkintaa ei voida tehdä EKG:n ulkoasusta. (Hedman 2005 b, viitattu 5.2.2017; Thaler 2015, 271.)

3.4.7 Sydämen sähköinen akseli

Sydämen sähköisellä akselilla tarkoitetaan kammioiden depolarisaatiovaiheen aikaista summavektoria. On sovittu, että sydämen sähköinen akseli voidaan määrittää vain frontaalitasossa. Sähköisen akselin määrittäminen frontaalitasossa voidaan määrittää siten, että kuvitellaan rintalastan päälle ympyrä, johon merkitään asteluvut kuten kompassissa. Koko ympyrä käsittää 360 astetta. 0-asteen suunta osoittaa suoraan vasemmalle. Myötäpäivään liikkeessä asteluku suurenee positiivisin luvuin siten, että suunta suoraan alaspäin jalkoja kohti on +90 astetta. 0-suunnasta vastapäivään luvut kasvavat negatiivisesti siten, että vasen hartia on suunnassa -60 astetta ja pää suunnassa -90 astetta. Normaaliksi sydämen sähköiseksi akseliksi on määritetty +90-0 astetta. Lähteestä riippuen normaalin rajoissa ovat myös +90 astetta aina -30 asteeseen. Normaaliksi katsotaan frontaaliakseli välillä -30-+110 astetta. Itseisarvoltaan suurempaa negatiivista lukua kuin 30 kutsutaan vasenvoittoiseksi akseliksi (left axis deviation) ja lukua +110 suurempaa oikeavoittoiseksi akseliksi (right axis deviation). Esimerkiksi hypertrofia tai sydämen kääntyminen

välikarsinassa voi muuttaa depolarisaation suuntaa siten, että sähköisen akselin muutos havaitaan EKG:ssä. (Thaler 2015, 67-74.)

4 VERKKO-OPPIMATERIAALI

Opetushallitus on laatinut verkko-oppimateriaalin laatuksikriteerit oppimateriaalin tekijöille ja käyttäjille vuonna 2006 varmistamaan verkko-oppimateriaalien laadukkuuden ja pedagogisuuden. Verkko-oppimateriaalit on luokiteltu eri kategorioihin ja tämä opinnäytetyö on materiaalityypiltään oheisaineisto, sillä se on täydentävää materiaalia. (Opetushallitus ja tekijät 2006, viitattu 4.11.2014.)

Laatukriteerit on jaoteltu pedagogisen laatuun, kestävyyteen, esteettömyyteen ja tuotannon laatuun. Laatuun vaikuttaa muun muassa työn tarkoituksenmukaisuus, kohderyhmän tuntemus, tekijöiden asiantuntemus aiheesta sekä viestinnän ja ilmaisun hallinta. Lisäksi tuotteen päivitettävyys ja vuorovaikutteisuus sekä ymmärrys siitä, mihin materiaalilla pyritään edesauttavat laadukkuutta. (Opetushallitus ja tekijät 2006, viitattu 4.11.2014.)

Pedagoginen laatu tarkoittaa oppimateriaalin soveltumista opiskelukäyttöön siten, että se tukee opetusta ja oppimista. Laadukkaan oppimateriaalin on tarkoitus tukea opettajan haasteellisten aineiden opettamista ja innostaa, motivoiva ja tuottaa tuloksia oppijoille. Pedagogisesti laadukas materiaali ei edellytä monimutkaisia ja vaativia järjestelyjä oppijalle, sitä voidaan käyttää eri tavoin ja eri tilanteissa, rakenne on jaoteltu osa-alueisiin ja materiaali aktivoi oppijaa ajattelemaan. Monipuoliset esitystavat ja tiedon muodot tukevat vaikeasti opittavien asioiden omaksumista. Materiaalissa on kuvattava materiaalin tavoitteet, selkeät ohjeet ja käyttötarkoitus sekä ennakkotietovaatimukset. Sopivan kokoiisiin osioihin jakaminen jaksottaa opiskelua ja auttaa kokonaisuuksien hahmottamisessa. Visuaalisen ilmeen on oltava tarkoituksenmukainen ja tuettava hahmottamista, eikä ne saa viedä huomiota sisällöstä. Materiaalin sisältämät kuvat, grafiikka, animaatiot ja äänet on oltava korkealaatuisia ja hyvin latautuvia. (Opetushallitus ja tekijät 2006, viitattu 4.11.2014.)

Materiaalissa käytettävä tieto on oltava alkuperäislähteen mukaista ja käytetty lähteet on ilmoitettava materiaalin yhteydessä. Tieto perustellaan oppijoille eikä tiedossa saa esiintyä asiavirheitä tai vanhentunutta tietoa. Tietoa ei saa yksinkertaistaa niin, että asioiden ymmärtäminen vaikeutuu ja sen täytyy olla tarpeeksi haastavaa. Jos materiaaliin sisältyy

arviointia, on kerrottava, miten ja millaisilla kriteereillä arviointi tehdään. Kirjoitus- ja kielioppivirheet on karsittava ja tarpeettomien lyhenteiden käyttöä vältettävä. (Opetushallitus ja tekijät 2006, viitattu 4.11.2014.)

Esteetöntä materiaalia voi käyttää fyysisistä ja psyykkisistä ominaisuuksista, vammoista tai terveydentilasta riippumatta. Esimerkiksi kuville täytyy olla tekstimuotoinen selitys ja visualisoitavalle tekstile on vaihtoehtoinen visuaalinen esitys, jonka voi ymmärtää ilman värinäköä. Ääntä sisältävät materiaalit on pystyttävä ymmärtämään ilman kuulemist. Kuitenkin ääni voi olla tukemassa sisältöä ilman tekstitystä. Toiminnan nopeutta täytyy voida säätää, äänet pitää voida mykistää ja kohtia pystyä ohittamaan. (Opetushallitus ja tekijät 2006, viitattu 4.11.2014.)

Tuotannon laatukriteerit koskevat prosessin tuotantovaihetta. Verkko-oppimateriaalin toteutus täytyy tapahtua suunnitelmallisena ja dokumentoituna projektina. Sopimukset tehdään kirjallisina. Käyttäjien edustaja osallistuu materiaalin tuotantoon ja tuotetta testataan koekäyttäjillä ennen käyttöönottoa. Sisällön tuottajat ovat aiheen asiantuntijoita ja sen ajantasaisuus ja ylläpito jatkossa suunnitellaan. (Opetushallitus ja tekijät 2006, viitattu 4.11.2014.)

5 PROJEKTIN TOTEUTUS

5.1 Aiheen ideointi

Projekti syntyy tarpeeseen ratkaista jokin havaittu ongelma tai saada aikaan muutos, parannus tai täysin uusi asia. Halu vaikuttaa asioihin käynnistää ideointi-vaiheen, minkä pohjalta voi syntyä idea projektiin. (Rissanen 2002. 25–26.)

Idea aiheesta syntyi opintojen edetessä. Aiheeseen törmätessämme se herätti keskustelua opetusmateriaalin tarpeellisuudesta tietolähteiden hajanaisuuden vuoksi. Opintojen etenemisen ja ensihoitajaopiskelijoiden ammattitaitoisuuden kehittymisen kannalta olemme tulleet siihen tulokseen, että opetusmateriaalille on tarvetta ja kysyntää.

Kävimme läpi eri vaihtoehtoja syntyvän tuotteen toteutustavasta. Oulun ammattikorkeakoululla käytössä olevan opetuslustan vuoksi, luomme tuotteen Moodle-oppimisalustalle. Moodlen käyttö tekee tuotteestamme yhteensopivan muun opetusmateriaalin kanssa.

5.2 Aiheeseen perehtyminen

Taustaselvitysten avulla kerätään perustietoa projektista tavoitteiden realistisuuden varmistumiseksi. Taustaselvitykset kuluttavat paljon aikaa ja voimavaroja, joten niiden keräämisen yhteydessä on hyvä pitää mielessä, hyödyntääkö tieto varmasti projektia. Taustaselvityksiä tehdessä kannattaa punnita mm. aineellisten ja henkisten voimavarojen saatavuus, projektiryhmään sopivien henkilöiden kartoitus sekä asiakkaan tarpeiden selvittäminen. (Rissanen 2002. 40-41.)

Keräsimme tarvittavat taustatiedot, jotta ymmärsimme tuotteessamme käsiteltävät asiat tarpeeksi laajasti. Aiheeseemme sisältyy sydämen sähköopin ja vektorilaskennan perusteet, sydämen patologiset- ja patofysiologiset muutokset sekä sydämen normaalin raken-

teen ja toiminnan. Käytimme tietoperustaa kerätessämme hyväksemme muun muassa lääketieteen ja farmasian opiskelijoiden kurssikirjoja ja –materiaaleja. Rajasimme lähdemateriaaleja siten, että ne sopivat opinnäytetyömme aiheen viitekehykseen.

5.3 Suunnittelu

Projektin ideoinnin, taustaselvitysten, tavoitteiden määrittämisen ja perustamispäätöksen jälkeen edetään suunnitelman laadintaan. Suunnitelmaan kuvataan polku lähtöpisteestä toivottuun lopputulokseen. Hyvässä suunnitelmassa on joustavuutta olosuhteiden muuttumisen varalle. (Rissanen 2002. 54-56.)

Aloitimme projektisuunnitelman kirjoittamisen syksyllä 2015, jossa kävimme läpi projektin tavoitteet, organisaation, toteutussuunnitelman, budjetin ja ohjaussuunnitelman. Projektin tietoperustan laatimisen aloitimme kokoamalla materiaalia eri lääketieteen lähteistä. Suunnittelimme opetusmateriaalin toteuttamista eri oppimisympäristöillä parhaalla mahdollisella tavalla. Vaihtoehtoina olivat webropol- tai optima-pohjainen testi tai oppiportti-tyylinen opetusmateriaali, jossa opetusmateriaali on jaettu pieniin kokonaisuuksiin ja niiden väliin on sijoitettu välitenttejä, jotka testaavat juuri opiskeltua asiaa. Pohdimme myös mahdollisten opetusvideoiden tilaamista ja käyttöä tuotteessamme.

5.4 Tuotteen kehittäminen ja viimeistely

Annamme valmiin tuotteen ensimmäisen version testikäyttöön ensihoidon opiskelijoille ja pyydämme tuotteesta kirjallista palautetta asettamiemme tavoitteiden pohjalta. Saamamme palautteen perusteella teemme kehitystoimenpiteitä, jonka jälkeen konsultoimme vielä opettajia. Otamme opettajien palautteet huomioon ja viilaamme tuotteen lopulliseen muotoonsa.

6 ARVIOINTI

Projekti päättyy loppuraporttiin. Raportissa kerrotaan totuudenmukainen arvio tavoitteiden saavuttamisesta sekä projektin myötä koetut oppimiskokemukset. Mikäli kaikkia tavoitteita ei saavutettu, syyt kerrotaan perustellusti. (Rissanen 2002. 171-173.)

6.1 Tuotteen arviointi

Tuotimme projektimuotoisena opinnäytetyönä verkko-oppimateriaalia aiheesta, josta olimme itse kaivanneet vastaavanlaista itseopiskelumateriaalia opintojen alkupuolella. Tuotteeseen koottiin kattavasti ja monipuolisesti teorialietoa, mitä kuvitettiin itse tuotteilla kuvilla.

Teoriaosuuksien aiheiden rajausta oli tehtävä, jotta työstä ei tule liian laaja eikä syvällinen. Valitut aiheet pohjautuvat ensihoitaja AMK:n oppimistavoitteisiin, kirjallisuudessa yleisimmin esiintyviin EKG-muutoksiin sekä tilanteisiin, jolloin EKG-tulkinnan perusteella voidaan tehdä työdiagnoosi. Esimerkiksi elektrolyyttihäiriöihin ei perehdytty, koska ensihoitaja ei voi sairaalan ulkopuolella ottaa verikokeita, eikä EKG-muutokset ole spesifejä.

Teksti kuvitettiin itse tuottamalla kuvamateriaalilla. Kuvat ovat yksinkertaisia, laadukkaita ja havainnollistavia, joten ne tukevat teorialiedon ymmärtämistä. Kuvamateriaalin tuottamisessa on otettu huomioon esimerkiksi värivalinnat tukemaan teorialietoa. Videomateriaalia on vain yhden animaation verran, koska emme saaneet medianomi-opiskelijoista yhteistyökumppania.

Sisällöltään tuote tukee opiskelijaa nimenomaan oppimaan ymmärtämään EKG-nauhassa nähtävää viivaa suhteessa sydämessä tapahtuviin muutoksiin, eikä kannusta opiskelemaan ulkoa asioita. Teksti on yksiselitteistä ja kieliopillisesti oikeinkirjoitettua.

Suunnittelimme tuotteen matkaan kysymyspatteriston, mikäli opettajat haluavat tarjota opiskelijoille mahdollisuuden testata osaamistaan. Opettajat voivat testin avulla seurata tuotteen käyttöaktiivisuutta.

Tuote on yksi iso kokonaisuus, joka on koottu lukuisista luotettavista lähteistä. Siinä on kertauksena ennestään opittua teoriatietoa ja uuden oppimista tai asioiden katsomista uudenlaisesta näkökulmasta.

6.2 Tavoitteiden saavuttamisen arviointi

Olemme koonneet pitkän ja lyhyen aikavälin tavoitteita TAULUKKON 1. Mielestämme lyhyen välin tavoitteisiin päästään, kun opiskelijat saavat tuotteen käyttöönsä. Tuote tallennetaan PDF-muodossa, jotta sitä on mahdollista käyttää sujuvasti myös älypuhelimilla. Emme ehtineet saada Moodle-tunnuksia oppimisolun tutustumista varten, joten kysymykset luovutetaan opettajille suunnitelmasta poiketen erillisenä tiedostona. Mielestämme kuitenkin tuotteen sisältöön tutustuminen ja sen käyttö oppimisen tukena on testiä tärkeämpi, joten testin käyttöönotto jää opettajien päätettäväksi. Pitkän aikavälin tavoitteita emme voi suoraan tutkia. Testiryhmänä toimivan ENS14SN opiskelijoiden palautteen perusteella tyytyväisyys itseopiskelumateriaalin saatavuuteen parani ja tuote tuki EKG-tulkinnan opiskelua vielä opintojen loppuvaiheellakin.

Laatutavoitteet on listattu TAULUKKON 2. Laatimamme tuote vastaa laatutavoitteita niin omasta kuin testikäyttäjienkin mielestä. Kysymykset olivat sijoitettuna testikäyttäjien versiossa kappaleiden väleihin, joten niistä ei saanut suoraa palautetta vastausten oikeellisuudesta.

6.3 Prosessin arviointi

Prosessi kesti syksystä 2015 syskyyn 2017, kuten suunnittelimme. Työ eteni kahden vuoden aikana koko ajan, mutta rauhalliseen tahtiin. Erityisesti harjoitteluiden vuoksi yhteistä aikaa oli vähän, minkä vuoksi huolellinen ja realistinen suunnittelu ja riskien kartoittaminen on ollut tärkeä edellytys aikataulussa pysymiseksi. Työryhmän kesken yhteistyö sujui ongelmitta läpi prosessin, sillä jokainen työryhmän jäsen oli tasavertaisessa asemassa.

7 POHDINTA

Teimme opinnäytetyön projektimuodossa tuottaen Oulun ammattikorkeakoulun ensihoidon opiskelijoille verkko-oppimateriaalia EKG:n opiskelun tueksi. Tuote luovutetaan ensihoidon opetukseen ja se on suunniteltu ensihoidon opettajille ja opiskelijoille itseoppi-materiaaliksi. Tarvittavat teoriatiedot on kerrattu opetusmateriaalin alussa, joten tuotetta voi hyödyntää opintojen jokaisessa vaiheessa uuden opiskeluun tai kertaamiseen. Tuote on PDF-muotoinen tietopaketti, mikä sisältää teoriatietoa ja paljon kuvia. Lisäksi opetta-jat saavat aiheeseen liittyviä kysymyksiä, joista voi halutessaan laatia verkkotentin.

Tuotteen tilaaja saa oikeudet hyödyntää tuotetta parhaaksi katsomalla tavallaan opintojen tukena. Tilaajalla on oikeus muokata ja päivittää sisältöä sekä siirtää toiselle alustalle/tie-dostomuotoon. Tekijänoikeus säilyy tekijöillä. Tuotteen jatkokehittelynä teorioiden ai-herajausta voisi laajentaa aiheajauksen ulkopuolelle jääneisiin aiheisiin. Kuvamateriaa-lia voisi täydentää siten, että havainnekuviin lisää näkyville myös kytkennät, jolloin ko-konaisuus hahmottuisi entistä paremmin. Lisäksi työhön voisi etsiä oikeita EKG-nauhoja käsitellyistä aiheista.

Aihe valittiin oman kokemuksen perusteella, sillä kaipasimme jo opintojen alkutaipa-leella itseoppimismateriaalia koulussa opetetun EKG-taitojen lisäksi. Tuotteen tarpeelli-suudelle saimme varmistusta, kun kysyimme opiskelutovereiden mielipidettä asiasta. Lo-pullinen päätös tehtiin ensihoidon opettaja Petri Roivaisen ilmaistua kiinnostuksensa työstä. Tuotteen avulla pystyimme puuttumaan opiskelijoiden mielestä korjausta vaati-vaan puutteeseen.

Tuotteen tilaaja antoi vaihtoehdoksi tehdä tuotteen Moodle-oppimisalustaan. Koska elämme älypuhelinaikaa ja tavoitteena on tehdä helppokäyttöinen ja yksinkertainen tuote, päätimme tehdä itse opetusmateriaalista pdf-tiedoston, sillä sitä voi käyttää vaivattomasti myös puhelimella. Halutessaan opettajat voivat siirtää sisällön Moodle-alustalle. Kysy-myksistä laadittiin suljettuja monivalintakysymyksiä, jotta niiden käyttö verkko-op-pialustalla on sujuvaa sellaisenaan.

Mielestämme saimme tuotettua tavoitteiden mukaisen verkko-oppimateriaalin tukemaan opiskelijoiden itsenäistä opiskelua. Testiryhmältä saatu palaute tuki omaa käsitystämme niin tuotteen tarpeellisuudesta kuin sen laadukkuudesta. Opimme tuotteen sisältöä laatiessamme aiheeseen liittyvää teoretietoa syvällisesti, laajasti ja uudesta näkökulmasta. Lisäksi opimme projektityöskentelyä, sen eri vaiheita, yhteistyötaitoja ja aikataulujen suunnittelua. Opinnäytetyö tuki ammatillista kehittymistä niin yksistään EKG-osaamisen kuin potilaan koko muun kliinisen ja ei-kliinisen tilan näkökulmasta.

LÄHTEET

Aalto-Setälä, K. 2016. Sydänlihaksen aineenvaihdunta. Viitattu 7.10.2016. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Ahtee, L. 2001. Sympatomimeetit (Adrenergiset aineet). Viitattu 26.9.2016. <https://asiakas.kotisivukone.com/files/medicina.kotisivukone.com/fato6painos/14.pdf>

Aittomäki, J. & Valta, P. 2014. Soluhengitys. Viitattu 7.10.2016. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Elo, I. 1997. Vektorit. Internetix. Viitattu 9.2.2017. <http://materiaalit.internetix.fi/fi/opintojaksot/5luonnontieteet/fysiikka/apuneuvot/vektorit>

Eskola, Heikkilä & Nikus 2005 a. Iskemia EKG:ssa. EKG. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 7.10.2016. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Eskola, Heikkilä, Nikus. 2005 b. Paikantamisen perusteet ST-muutosten perusteella – Anatominen EKG-tulkinta. EKG. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 5.2.2017. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Hedman, A. 2005 b. Hyperkalemian vaikutus EKG:hen. EKG. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 5.2.2017. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Hedman, A. 2005 c. Hypokalemian vaikutus EKG:hen. EKG. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 5.2.2017. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Hedman, A. 2005. Elektrolyyttihäiriöiden vaikutus EKG:hen. EKG. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 5.2.2017. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Hedman, A. & Parikka, H. 2016. Wolf-Parkison-Whiten oireyhtymä (WPW). Duodecim Oppikirjat. Viitattu 7.3.2017. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. 2003. EKG. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
Heikkilä, J., Kupari, M. & Airaksinen, J. 2008. Kardiologia. 2. uud. p. Helsinki: Duodecim.

Huikuri, H. & Ruskoaho, H. 2014. Adenosiini. Viitattu 12.9.2016. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Junttila, J. & Mäkilallio, T. 2016. Sydämen toiminnan hermostollinen säätely. Viitattu 24.8.2016. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Juntunen, M., Nyström, A., Putko, L., Rajala, R., Roivainen, P., Saikko, S., Salonen, H., Schohin, N., Smahl, P., Tiainen, S. & Tolonen, T. 2015. Ensihoitajakoulutuksen osaamisalueet. Viitattu 23.9.2015, http://www.minedu.fi/opencms/opencms/handle404?exporturi=/export/sites/default/OPM/Tapahtumakalenteri/2014/10/Ensihoitajien_koulutuksen_tulevaisuus_liitteet/Ensihoitajan_osaamisalueet_2014.pdf

Kosma, V-M. & Naukakrinen, A. 2012. Iskeeminen soluvaurio. Viitattu 7.10.2016. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Käypä hoito 2017. Viitattu 5.2.2017. www.kaypahoito.fi

Laurila, M. & Vierimaa, H. 2013. Kehö. Anatomia ja fysiologia. 1.-3. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Mäkijärvi, M. & Mäkynen, H. 2016. Sydänlihassolujen biosähköiset perusilmiöt. Viitattu 24.8.2016. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Mäkijärvi, M. 2005a. Eteisliäläyönnit. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 26.2.2017. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Mäkijärvi, M. 2005b. Kammiolisälyönnit. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 26.2.2017. <http://www.oppiporrtti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Mäkijärvi, M. 2014. Kiertoaktivaatio. Duodecim. Viitattu 28.11.2016. http://www.terveysporrtti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/pit/koti?p_artikkeli=syk00143&p_haku=kiertoaktivaatio

Mäkijärvi, M. 2005c. Lisälyöntien syntymekanismit ja yleisyys. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 25.2.2017. <http://www.oppiporrtti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Mäkijärvi, M., Parikka, H. & Raatikainen, P. 2005a. QRS-heilahdus. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 7.3.2017. <http://www.oppiporrtti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Mäkijärvi, M., Parikka, H. & Raatikainen, P. 2005b. Kammiotaajuus. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 7.3.2017. <http://www.oppiporrtti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Mäkijärvi, M., Parikka, H. & Raatikainen, P. 2005c. P-aalto. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 7.3.2017. <http://www.oppiporrtti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Mäkynen, H. & Raatikainen, P. 2016. Kammiotakykardian syntymekanismit. Kardiologia. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 27.11.2016. <http://www.oppiporrtti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Nikus, K. & Mäkijärvi, M. 2016. PQ-aika. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 7.3.2017. <http://www.oppiporrtti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Nikus, K. & Mäkijärvi, M. 2016. ST-väli ja T-aalto. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 16.5.2017. <http://www.oppiporrtti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Opetushallitus ja tekijät. 2006. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Viitattu 4.11.2014. http://www.oph.fi/download/47132_verkko-oppimateriaalin_laatukriteerit.pdf

Rissanen, T. 2002. Projektilla tulokseen. Projektin suunnittelu, toteutus, motivointi ja seuranta. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Ruskoaho, H. 2014. β -reseptoriin liittyvät signaalitransduktiomekanismit A) sydänlihassoluissa ja B) verisuonen sileälihassoluissa. Viitattu 10.9.2016. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Thaler, M. 2015. The Only EKG BOOK You'll Ever Need. 8. painos. Wolters Kluwer.

Toivonen, L. 2005. Kammiotakykardioiden syntymekanismit ja luokittelu. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 7.3.2017. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Viitasalo, M. 2005. Sinusrytmin häiriöt. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 7.3.2017. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>

Viitasalo, M. & Ylitalo, K. 2016. Eteis-kammiojohtumishäiriöt. Duodecim Oppikirjat. Viitattu 7.3.2017. <http://www.oppiportti.fi.ezp.oamk.fi:2048/dtk/oppi/lft00875>